



ARTÍCULO/ARTICLE SECCIÓN/SECTION C

Modelación del ruido por tráfico vehicular en la calle Mariscal Lamar en la ciudad de Cuenca

Felipe Sebastián Calderón Peralvo[1*], **Christian Favián Tacuri Ortega**[1*], **Chester Andrew Sellers Walden**[1]

[1] *Universidad del Azuay, Av. 24 de Mayo 7-77 y Hernán Malo, Cuenca - Ecuador.*
[*] *Autor principal/Corresponding author, e-mail: felipesebastian7@hotmail.com; christian.t.o@hotmail.com*

Editado por/Edited by:María del Carmen Cazorla, Ph.D.
Recibido/Received: 2016/05/19. Aceptado/Accepted: 2016/08/30.
Publicado en línea/Published online: 2016/12/13. Impreso/Printed: 2016/12/27.

DOI:http://dx.doi.org/10.18272/aci.v8i1.303

Vehicular Traffic Noise modeling at Mariscal Lamar Street in the city of Cuenca

Abstract

The progressive and sustained growth of automobile ownership that has been evidenced in the city of Cuenca-Ecuador is causing traffic saturation in its Historic Centre. The implied congestion can be evidenced most notably in peak hours, and brings excessive noise levels with it as a consequence. The present article aims to model the noise generated by vehicular flows in the Mariscal Lamar street by using the NMPB-Routes-96 noise prediction model, coupled with a noise-specialized software known by the name of "Datakustik CadnaA" which provides several configurations that were matched with local features. Based on these results, and comparing with information gathered in-situ, the fittest method can be determined. Furthermore, once the best method is defined, a baseline for the equivalent Resonant Pressure Levels (NPS_{eq}, in Spanish) regarding a direct area of influence of the "Tranvía 4 Ríos de Cuenca" light rail transit project, is established. The final outcome of this study is a noise map of the current state of the zone before the implementation of the "Tranvía 4 Ríos de Cuenca" light rail transit project; this map would serve as a benchmark to determine the variation in noise levels once the light rail transit becomes operative.

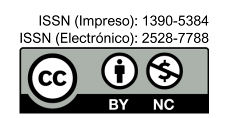
Keywords. Noise propagation, noise pressure level, noise maps, CadnaA.

Resumen

Debido al progresivo crecimiento del parque automotor en la ciudad de Cuenca-Ecuador, se evidencian grandes congestiones por la sobresaturación de tráfico en su centro histórico, el cual colapsa en horas pico, trayendo como consecuencia elevados niveles de ruido en la zona. Por esta razón, el presente artículo tiene como objeto modelar el ruido generado por tráfico vehicular en la calle Mariscal Lamar, utilizando el modelo de predicción de ruido NMPB-Routes-96 y las distintas configuraciones que permite el software especializado en ruido "Datakustik CadnaA", considerando las características locales y su parque automotor. Para así determinar el método que más se ajuste a la realidad de la zona de estudio, mediante comparación con niveles de ruido levantados in situ. Además, una vez determinado el método que más se ajusta a los valores del sonómetro, se logró establecer una línea base sobre los Niveles de Presión Sonora equivalente (NPS_{eq}) de una sección del área de influencia directa del "Tranvía 4 Ríos de Cuenca"; obteniendo de esta manera un mapa de ruido previo a la implementación de dicho tranvía, lo cual servirá como referencia para determinar la variación en los niveles de ruido una vez que se encuentre operativo dicho medio de transporte masivo.

Palabras Clave. Propagación de ruido, nivel de presión sonora, mapas de ruido, CadnaA.

ISSN (Impreso): 1390-5384
ISSN (Electrónico): 2528-7788



Introducción

La contaminación acústica en las zonas urbanas constituye un problema ambiental que ha acaparado el interés de investigadores, organismos competentes y de los ciudadanos, debido a que, desde hace algunos años se ha considerado como uno de los factores que más deteriora la calidad de vida, consecuencia de la falta de estrategias y políticas para su control.

Según la Organización Mundial de la Salud (OMS), existe una relación directa y exponencial entre el nivel de desarrollo de un país y el grado de contaminación acústica que impacta a su población [1]. En vista de que este problema afecta la salud y calidad de vida de la población, se han desarrollado mapas de ruido en: España, México, Brasil, Colombia, Chile, entre otros países, los cuáles han utilizado el software Datakustik CadnaA para la realización de dichos mapas, los cuáles sirven para caracterizar el grado de contaminación sonora y así lograr establecer planes de acción para mitigar dicho problema.

Para que se produzca un ruido es necesario que la fuente libere una cantidad de energía en el medio que lo rodea [2]. Durante el viaje de la señal, ésta va perdiendo energía porque parte de la misma se utiliza en desplazar las moléculas del medio, razón por la cual, el sonido al propagarse en exteriores, debido a mecanismos de atenuación, sufre una disminución de sus niveles a medida que aumenta la distancia entre la fuente y el receptor [3]. El medio ambiente sonoro se presenta en la fase de recepción. Si no existe población que ocupe el territorio el medio ambiente sonoro no existe [3].

Emisión de ruido debido al transporte

El incremento exponencial de medios de transporte a nivel mundial ha generado impactos negativos tales como la contaminación por emisiones, consumo de energía, ruido, contaminación visual, accidentes, etc. Entre estos, el ruido es el primero que se detecta y es uno de los contaminantes que afecta de manera más directa a la calidad de vida de los ciudadanos. El transporte es, con mucho, la principal fuente de ruido por delante de la construcción o de la industria [4].

Cada vehículo automotor representa una fuente de ruido muy compleja, ya que en general es la superposición de tres tipos de ruido bien diferenciados [5]:
- Ruido de propulsión: generado por el motor, transmisión, sistema de admisión y escape asociado.
- Ruido de rodadura: producido por la rodadura entre los neumáticos y la calzada.
- Ruido aerodinámico: asociado con las turbulencias que se generan en la superficie del vehículo o en las zonas cercanas.

En general, el ruido de propulsión predomina a velocidades inferiores a 50 km/h, aunque en los vehículos nuevos que cuentan con silenciadores de escape el ruido predominante a velocidades de 40 km/h es el de rodadura. Mientras que el ruido aerodinámico adquiere importancia a velocidades superiores a 80 km/h [6].

Mapas de ruido ambiental

Los mapas de ruido ambiental son registros georreferenciados de los niveles sonoros u otra información acústica pertinente, de un área geográfica determinada, los cuales sirven para determinar los tipos de fuentes que más ruido generan, las zonas en las que más se concentra el ruido, simular posibles escenarios y sobre todo hacer predicciones globales para establecer planes de acción para mitigar el ruido [2].

Los objetivos de los mapas de ruido son: estimar la exposición al ruido de los habitantes, comparar los niveles sonoros frente a los especificados en normas de regulación sobre contaminación ambiental y determinar las medidas técnicas, económicas y legales a zonas específicas de las ciudades [7].

Desde los años 90 se empezaron a utilizar programas de simulación del ruido basados en modelos matemáticos para elaborar los mapas de ruido. Debido a esto en la actualidad se utiliza esta metodología y se validan los resultados mediante medidas experimentales e incorporando el entorno SIG (Sistemas de Información Geográfica) para facilitar la elaboración de mapas de ruido [8].

Los modelos de predicción de tráfico rodado se utilizan para prever los niveles sonoros que producirá una nueva vía de circulación o bien una modificación de una vía existente, como en este caso de estudio en el que se incorporará un tranvía en la circulación de la zona de estudio. Existen diferentes modelos de predicción de ruido de tráfico vehicular, los cuales se diferencian por las ecuaciones que usan, los distintos factores de corrección, entre otros [9]. Para este estudio se utilizó el modelo francés NMPB Routes-96, que es el modelo oficial de la Unión Europea para la caracterización acústica del ruido de tránsito rodado y cuyo procedimiento de medida se detalla en el Diario Oficial de la Unión Europea [10], el cual hace referencia a la «Guide bu Bruit 1980» [11].

En cuanto al marco legal, la normativa ecuatoriana con el propósito de combatir los perjudiciales efectos del ruido, ha establecido varios métodos y procedimientos destinados a regular los niveles de ruido sobre el territorio. Cuyo objetivo es cuidar la salud y bienestar de las personas, así como del medio ambiente, mediante el establecimiento de niveles máximos permisibles de ruido [12].

El presente estudio consiste en continuar con la investigación realizada por el Instituto de Estudios de Régimen Seccional del Ecuador (IERSE), sobre el comporta-

miento de las emisiones sonoras, proponiendo la modelación del ruido por tráfico vehicular con la utilización de un software de cálculo, con el fin de determinar la configuración que más se ajuste a la realidad de nuestra ciudad y que sirva como base para en el futuro poder modelar el ruido de toda la ciudad.

Métodos

Descripción de la zona de estudio

La zona de estudio se encuentra ubicada dentro de la República del Ecuador, Provincia del Azuay, en pleno centro histórico de la ciudad de Cuenca. La misma se ha determinado en el eje de la calle Mariscal Lamar, tramo comprendido entre las calles Mariano Cueva y Juan Montalvo, con una longitud de aproximadamente 1 km y 6 m de ancho. En dicha zona se establecieron cinco puntos de monitoreo, ubicados cada dos cuadras, (Fig. 1), los mismos que fueron utilizados para realizar las mediciones de ruido con el sonómetro, además del conteo de vehículos en los siguientes horarios: 07h00, 10h00, 13h00, 15h00, 18h00 y 21h00.

Recopilación y levantamiento de datos

Para la ejecución del proyecto se utilizó información facilitada por el IERSE sobre cartografía de manzanas, edificaciones, curvas de nivel y vías del área de estudio. Así mismo para el aforo vehicular y los Niveles de Presión Sonora equivalente (NPS_{eq}) en cada punto de monitoreo, se utilizaron los datos obtenidos en el proyecto "Evaluación de las emisiones de ruido en el área urbana de Cuenca y elaboración del mapa de ruido 2014", en el cual se menciona que las mediciones se realizaron considerando los cinco días de la semana, de lunes a viernes, a través de un sonómetro modelo SOUNDPRO SP-DL-2-1/3, Serie BIM020008, marca QUEST TECHNOLOGIES [13].

También se obtuvo la Intensidad Media Diaria (IMD) de vehículos en cada tramo del área de estudio y datos adicionales como: altura de las edificaciones y veredas, ancho de calzada, tipo de superficie de calzada y velocidad máxima de circulación, además del levantamiento en campo de los coeficientes de absorción de ruido en las fachadas, en donde se asignó un coeficiente alto a cuyas fachadas cuentan con poca superficie de construcción, como por ejemplo muros bajos, o estructuras metálicas de protección; un coeficiente medio a las fachadas de edificaciones con locales comerciales, que cuentan con grandes entradas y ventanas abiertas, es decir fachadas que permitan el ingreso del ruido en gran cantidad; y un coeficiente bajo a las fachadas que no cuentan con grandes entradas, ni locales comerciales, es decir que la mayor parte de la misma sean paredes o vidrio.

Sistematización de datos

Toda la información obtenida mediante recopilación y levantamiento de datos, se ingresó en las tablas de atributos de los archivos cartográficos en formato shapefile, misma que fue realizada en base a las tablas de atributos y abreviaciones del software CadnaA, lo cual es necesario para importar y procesar los datos en dicho software.

Modelo de cálculo

El modelo de cálculo utilizado para el ruido procedente del tráfico rodado, fue el francés "NMPB-Routes-96", el cual define el nivel de emisión de ruido como el nivel sonoro equivalente en dBA producido por un vehículo/hora. Dicho nivel de emisión de ruido depende del tipo de tráfico, grado de pendiente de la carretera y velocidad del vehículo [14]. Además, describe un procedimiento detallado para calcular los niveles sonoros causados por el tráfico en las inmediaciones de una vía, teniendo en cuenta los efectos meteorológicos sobre la propagación [10].

En este modelo se probaron los tres métodos diferentes de ingresar los datos de la fuente sonora, siendo el primero la Intensidad Media Diaria (IMD) de tráfico vehicular, el segundo los datos exactos de conteo vehicular y el tercero los registros del sonómetro, todo esto con el fin de comparar los resultados de la simulación con los NPS_{eq} obtenidos en campo a través del sonómetro y de esta manera determinar cual de ellos es el que mejor representa los niveles de ruido de la zona de estudio.

Configuración del software

A través del método IMD se obtienen resultados que representan a los diferentes períodos del día, los cuales deben ser definidos en base a la normativa del TULSMA, en el cual además se presenta una clasificación del suelo según su uso. Esta zona de estudio es de tipo comercial mixto y los períodos utilizados fueron: el diurno (06h00 a 20h00), nocturno (20h00 a 06h00) y un período global que abarca las 24 horas del día, mientras que, tanto el método de datos exactos de conteo vehicular como el de registros del sonómetro representan a una hora específica del día, por lo que se utilizó el horario de las 07h00, siendo el más crítico, para comparar los resultados obtenidos con los NPS_{eq} capturados a través del sonómetro en campo.

Para la configuración de objetos, en cuanto a la reflectividad de las fachadas de los edificios, el software dispone de tres opciones, la primera es sin reflexión, es decir que las fachadas absorban la mayor cantidad de ruido posible. La segunda opción es asignar las pérdidas por reflexión en base a los materiales de las fachadas, la cual no se utilizó debido a que el software no tiene los materiales predominantes de las fachadas de la zona de estudio como el caso del barro. La tercera opción es ingresar

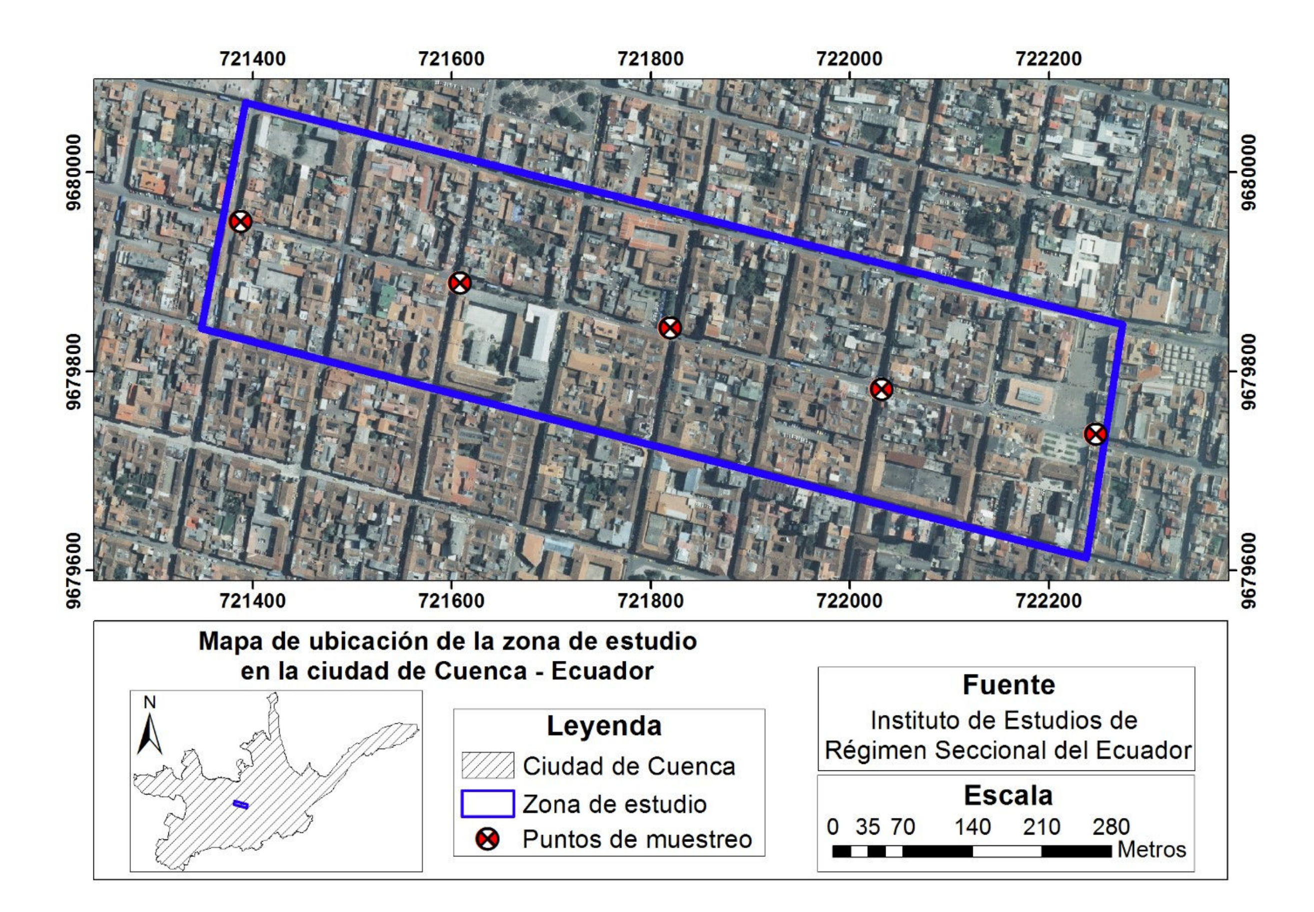


Figura 1: **Ubicación de la zona de estudio.**

un coeficiente de absorción de ruido, que puede ser alto, medio o bajo para cada una de las fachadas, en este caso adicionalmente se determinó el coeficiente de absorción de ruido de las fachadas de manera individual, según los datos levantados en campo como se explicó anteriormente. De esta manera para la simulación de los mapas se utilizaron las siguientes configuraciones de reflectividad de las fachadas: sin reflexión, absorción alta, absorción baja y absorción real.

En los mapas de ruido se colocaron receptores con las mismas coordenadas en las que se obtuvieron los datos con el sonómetro, para así obtener resultados puntuales y que estos puedan ser comparados con el nivel de presión sonora equivalente ($\mathrm{NPS_{eq}}$) obtenido en cada punto de monitoreo.

Resultados

Se elaboraron tablas y cuadros en los que se presentan los niveles de presión sonora equivalente ($\mathrm{NPS_{eq}}$) para cada uno de los métodos con sus respectivas configuraciones, así también se determinaron las diferencias que existen entre los $\mathrm{NPS_{eq}}$, respecto a los datos obtenidos mediante el sonómetro en la zona de estudio. Dichos datos se presentan en la Tabla 1, los cuales sirven para realizar la comparación con cada uno de los métodos que se utilizaron para generar los mapas de ruido.

Tabla 1: **Mediciones realizadas a través del sonómetro en cada punto de monitoreo en la zona de estudio[1].**

Mediciones del Sonómetro (dBA)				
R-17	R-18	R-19	R-20	R-21
75,6	73	74,4	75,6	69,4

[1]Fechas de campaña de monitoreo:
R-21: jueves 04/12/14;
R-20: jueves 11/12/14;
R-19: martes 27/01/15;
R-18: martes 03/02/15;
R-17: martes 10/02/15

Para el caso de Intensidad Media Diaria (IMD) en el día, se determinó que la configuración de las fachadas con la opción "sin reflexión" es la que presenta los $\mathrm{NPS_{eq}}$ más bajos, además se puede ver que estos niveles son los más cercanos a los datos del sonómetro.

En cuanto a los mapas con IMD (en este caso el mapa global), se repite el patrón de distribución de ruido del caso anterior, con niveles de ruido levemente inferiores, esto es debido a que al ser el mapa global considera las 24 horas del día, es decir también incluye la noche donde los niveles de ruido son inferiores por lo que los resultados globales disminuyen levemente.

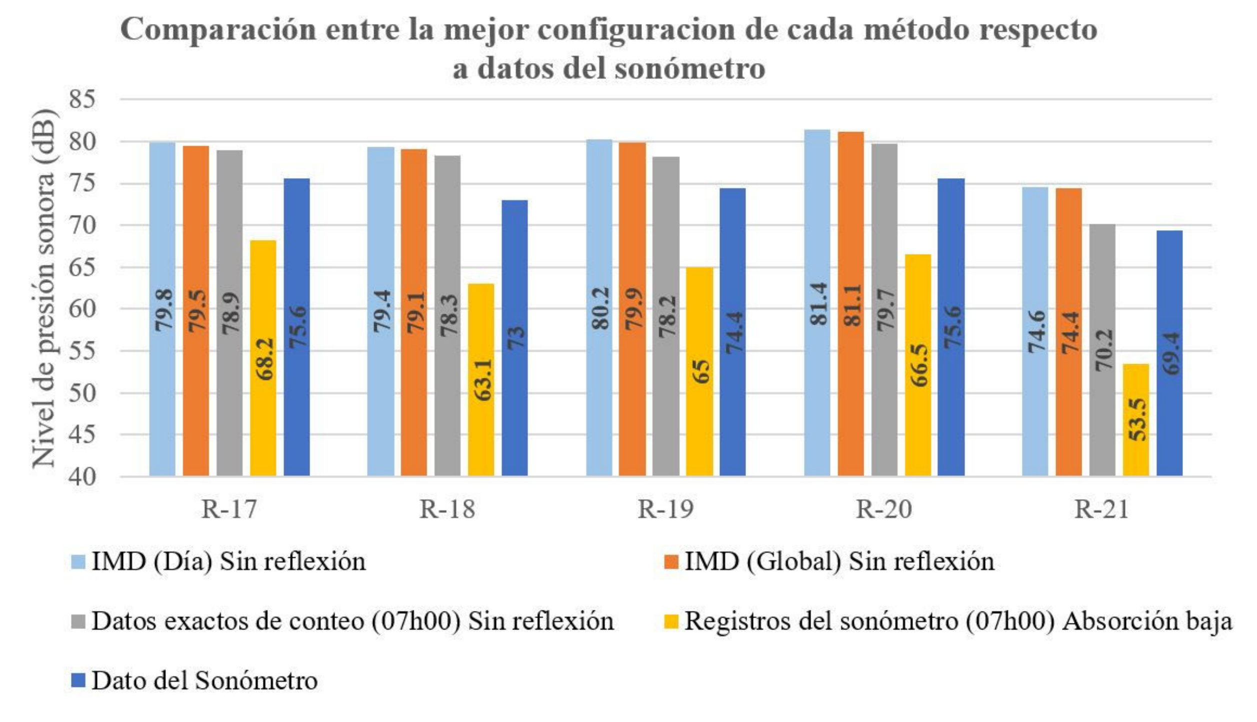


Figura 2: **: Comparación entre la mejor configuración de cada método.**

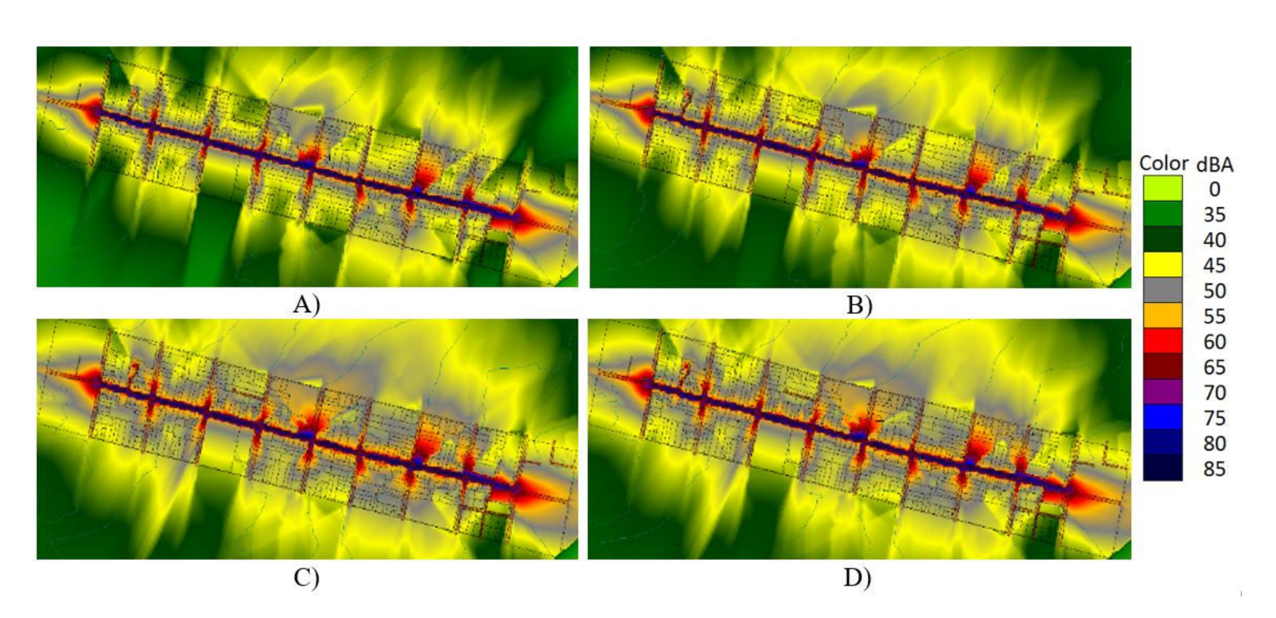


Figura 3: **Mapas de ruido generado sobre la calle Mariscal Lamar, con el método de "Datos Exactos de Conteo" (07h00): A) Sin reflexión; B) Absorción alta; C) Absorción baja; D) Absorción real.**

Tabla 2: **Matriz de diferencias de la comparación entre la mejor configuración de cada método respecto a los datos obtenidos a través del sonómetro en la zona de estudio**

Diferencias entre la mejor configuración de cada método respecto a mediciones del Sonómetro (dBA)				
Receptor	IMD (Día) Sin reflexión	IMD (Global) Sin reflexión	Datos exactos de conteo (07h00) Sin reflexión	Registros del sonómetro (07h00) Absorción baja
R-17	4,2	3,9	3,3	-7,4
R-18	6,4	6,1	5,3	-9,9
R-19	5,8	5,5	3,8	-9,4
R-20	5,8	5,5	4,1	-9,1
R-21	5,2	5	0,8	-15,9

Con el método de Datos Exactos de Conteo, para efectos de comparación se ha seleccionado el horario de las 07h00, puesto que, según la matriz de datos generada, éste es el horario que mayor número de vehículos registra. Al igual que en los casos anteriores los NPS_{eq} obtenidos con la configuración de las fachadas con la opción "sin reflexión", son los más equiparables con los datos obtenidos con el sonómetro, pero esta vez las diferencias respecto a las mediciones del sonómetro son menores que en los métodos anteriores.

Los mapas obtenidos mediante el método en el que se ingresan los registros del sonómetro, también se realizaron en el horario de las 07h00 para efectos de comparación. Este método presentó NPS_{eq} más bajos que los tomados en campo, lo cual se debe a que los datos levantados con el sonómetro representan una fuente puntual, es decir, son datos que corresponden a un punto, en el cual la propagación de sus ondas se realiza de forma esférica y se extiende uniformemente en todas las direcciones. Cuando se ingresan dichos datos en las vías de la zona de estudio, el software los considera como una fuente de propagación lineal, por lo que estos NPS_{eq} se propagan basándose en diferentes puntos del tramo de la vía, con lo cual, la configuración de las fachadas con la opción "absorción baja", es la que más se aproxima a los datos obtenidos mediante el sonómetro, siendo este comportamiento el esperado, ya que, al tener niveles inferiores a los medidos, se requiere que las fachadas absorban la menor cantidad de ruido posible.

En la Tabla 2 que representa la matriz de diferencias generada entre las mejores configuraciones de cada método se puede apreciar que el método de Datos Exactos de Conteo con la configuración de las fachadas con la opción "sin reflexión" es la que presenta las menores diferencias respecto a los datos de la Tabla 1. Además, se muestra la comparación de los NPS_{eq} entre la mejor configuración de cada método (Fig. 2), con lo cual se determinó que la configuración que más se ajusta a los datos del sonómetro medidos en campo, es el que corresponde al método de Datos Exactos de Conteo con la configuración de las fachadas con la opción "sin reflexión".

En la Figura 3, que representa al mejor método, se puede observar como difiere la distribución espacial del ruido en base a la configuración que se asigna a las fachadas, según la intensidad del color, especificada en la paleta de colores. Cabe recalcar que, en las calles transversales a la zona de estudio, se observa la propagación natural del ruido hacia las mismas, sin embargo, estos NPS_{eq} no representan su contaminación auditiva real, ya que estas no fueron consideradas en el estudio.

Discusión

De los mapas obtenidos se puede observar que los niveles de presión sonora equivalente (NPS_{eq}) que registra el receptor R-21, son los que presentan menor variación entre sí, según el coeficiente de absorción de ruido que se asigne a las fachadas, ya que al ser el último punto en el área de estudio no tiene otra referencia para interpolar los niveles, realizando únicamente una propagación lineal del ruido; otra razón es que el área de estudio en ese punto tiene plazas a ambos lados de la vía y al no existir edificaciones no se puede realizar la diferenciación de los tipos de fachadas.

Al obtener los resultados utilizando el método de "Datos Exactos de Conteo", se puede establecer una línea base de información previo al funcionamiento del "Tranvía 4 Ríos de Cuenca", con el objetivo de, a futuro, realizar una comparación y determinar la diferencia entre los NPS_{eq}, estableciendo un escenario del antes y después, esto una vez que se encuentre en funcionamiento el nuevo sistema de transporte masivo, que si bien es cierto, está enfocado en mejorar la movilidad de la ciudad, también sería un aspecto importante que se reduzcan dichos niveles sonoros.

Conclusiones

En función de la información obtenida y los mapas generados con los diferentes métodos y configuraciones, se concluye, que el método que mejor se ajusta a los datos obtenidos a través del sonómetro en campo, es el método de "Datos Exactos de Conteo" con la configuración de las fachadas "sin reflexión", lo que permitió

crear una línea base de información sobre el ruido vehicular , según dicho método, para un tramo del proyecto "Tranvía 4 Ríos de Cuenca" previo a su implementación, para en el futuro comparar el efecto que se producirá en los $\mathrm{NPS_{eq}}$ de la ruta de este medio de transporte masivo. Se espera, de acuerdo a información publicitada por el GAD Municipal de Cuenca, que se produzca una importante reducción de la contaminación acústica generada por tráfico vehicular.

Además, se determinó que existe alta correlación entre los mapas generados en este estudio y las mediciones del sonómetro en campo, lo cual se debe a que el software CadnaA utiliza un algoritmo de interpolación basado en un modelo de dispersión y distribución lineal espacial entre los puntos vecinos, ajustando los datos producto de la proporción lineal existente entre los segmentos de cada vértice.

Para la evaluación del ruido se utilizaron los límites establecidos por el TULSMA, según el uso del suelo, que en este estudio es una zona comercial mixta, debido a que se presenta mayor actividad comercial que residencial. Dicho límite es de 65 dBA, mismo que la OMS establece como máximo permitido para preservar la salud de los habitantes. Los resultados obtenidos de la simulación de los mapas de ruido, conjuntamente con los datos capturados por el sonómetro en campo, presentan $\mathrm{NPS_{eq}}$ entre 75dBA y 80 dBA, lo que significa que superan los límites establecidos por estos organismos de regulación, derivándose en un ambiente con excesivos niveles sonoros que pueden llegar a tener efectos nocivos en la salud de la población.

Agradecimientos

Agradecemos al Instituto de Estudios de Régimen Seccional del Ecuador (IERSE) por la disposición y apertura para el desarrollo del presente artículo.
Igualmente, al Ing. Gustavo Álvarez C, por su apoyo en la ejecución del estudio.

Referencias

[1] Ramírez González, A., & Domínguez Calle, E. A. (2011, Diciembre). *El ruido vehicular urbano: Problemática agobiante de los países en vías de desarrollo*. Revista de La Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas Y Naturales, 35(137), 509-530. URL: http://ref.scielo.org/8rzhqm

[2] Amores Obando, J. (2010). *Elaboración de un mapa de ruido del Distrito Metropolitano de Quito - Zona Sur*. Universidad Internacional SEK. URL: http://repositorio.uisek.edu.ec/jspui/handle/123456789/385

[3] ALLPE Ingeniería y medio ambiente. (2012). *Estudio acústico del plan parcial de Ordenación de la Unidad de Ejecución U.E.-11 "PANRICO" según real decreto 1367/2007*. Madrid. URL: http://www.paracuellosdejarama.es/media/329108/Memoria_estudio_acustico.pdf

[4] Observatorio de Salud y Medio Ambiente de Andalucía OSMAN. (2009). *Ruido y Salud. Junta de Andalucía*. Sevilla. URL: http://www.osman.es/contenido/profesionales/ruido_salud_osman.pdf

[5] Sanz Vila, C. (2012). *Técnicas para el estudio acústico en vehículos*. Universidad Politécnica de Valencia. URL: https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/18464/memoria.pdf?sequence=1

[6] Miraya, F. (2002). 5 de Junio , Día Mundial Del Medio Ambiente. In *Laboratorio de Acústica y Electroacústica*. Rosario: Universidad Nacional de Rosario. URL: http://www.fceia.unr.edu.ar/acustica/biblio/05-06-02.pdf

[7] Martínez Sandoval, A. (2005, Junio). Ruido por tráfico urbano: Conceptos, medidas descriptivas y valoración económica. *Revista de Economía Y Administración.*, 49. URL: http://www.uao.edu.co/sites/default/files/RUIDO_0.PDF

[8] FULECOL. (2011). *Actualización del mapa de ruido de la zona urbana del Municipio de Itagüí*. Medellín. URL: http://www.metropol.gov.co/Planeacion/DocumentosAreaPlanificada/InformefinalItag%C3%BC%C3%AD.pdf

[9] Bastián, N. (2015). Elaboración de mapa de ruido de la ciudad de Valdivia mediante software de modelación utilizando métodos de simplificación . *Síntesis Tecnológica*, 14. URL: http://ingenieria.uach.cl/RST/REVISTA_A4_30.09.pdf

[10] Diario Oficial de la Union Europea. (2003). Recomendación de la Comisión de 6 de agosto de 2003 relativa a las Orientaciones sobre los métodos de cálculo provisionales revisados para el ruido industrial, procedente de aeronaves, del tráfico rodado y ferroviario, y los datos de emisiones correspondi. *Ministerio de La Presidencia de España*. URL: https://www.boe.es/doue/2003/212/L00049-00064.pdf

[11] Centre d' Etudes des Transports Urbains. (1995). Guide du Bruit des Transports Terrestres.

[12] Ministerio del Ambiente. Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio de Ambiente (TULSMA), Pub. L. No. Libro VI anexo 5 (2015). Ecuador.

[13] Martinez, J., & Delgado, O. (2015). Evaluación de las emisiones de ruido en el área urbana de Cuenca, y elaboración del mapa de ruido 2014. Universidad Verdad, 66, 203-236. URL: http://www.uazuay.edu.ec/bibliotecas/publicaciones/UV-66.pdf

[14] Genné Miralles, A., & Valero Gonzáles, X. (2013). Comparación entre el método de cálculo de ruido de tráfico rodado NMPB'96 y su posterior actualización NMPB'08 en un caso práctico de estudio. *TecniAcústica*, 9. URL: http://www.sea-acustica.es/fileadmin/Valladolid13/AAM-0_014.pdf